

AN: PAT 1985-117256
TI: Transformer winding insulation with polymer thread spacers
and filled resin embedment
PN: **DE3438144-A**
PD: 09.05.1985
AB: Layer winding for a transformer or a choke coil which has
been embedded in a resin with a filter holds the conductors at
the required distance by spacer elements. The latter consists
of a flexible thread (4) made of a polymer free from cavities
which has sections (4a,4b,4c), separated from each other by
channels (5,5a,5b). These channels extend at least to one face
end of the layer winding and facilitate the ingress of the
resin. The polymer is a polyamide and the resin an epoxy type
with a 20-50% filler content of quartz, alumina or short fibres.
; Emergence of cavities is prevented.
PA: (ALLM) ASEA AB; (ALLM) ASEA LEPPER GMBH;
IN: BJORKLUND A; VIRSBERG L G; BJOERKLUND A; VIRSBERG L;
FA: **DE3438144-A** 09.05.1985; **DE3438144-C2** 07.10.1993;
SE8305901-A 28.04.1985;
CO: DE; SE;
IC: H01F-027/32; H01F-041/12;
MC: A05-A01E2; A05-F01E; A08-R01; A12-E08; V02-G02B; X12-C01;
DC: A85; V02; X12;
PR: SE0005901 27.10.1983;
FP: 28.04.1985
UP: 07.10.1993

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[12]

20024 09792

B18

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3438144 A1**

⑤ Int. Cl. 3:
H01F 27/32
H 01 F 41/12

⑳ Aktenzeichen: P 34 38 144.9
㉔ Anmeldetag: 18. 10. 84
㉕ Offenlegungstag: 9. 5. 85

DE 3438144 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
27.10.83 SE 8305901-4

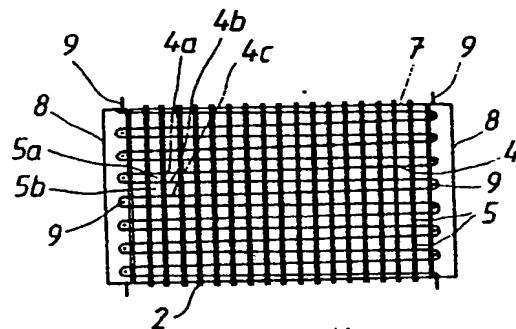
⑦1 Anmelder:
ASEA AB, Västerås, SE

⑦4 Vertreter:
Boecker, J., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw.,
6000 Frankfurt

⑦2 Erfinder:
Björklund, Anders; Virsberg, Lars-Göran, Dipl.-Ing.,
Västeraas, SE

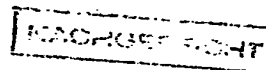
⑤4 Lagenwicklung für einen Transformator oder eine Drosselspule

Lagenwicklung für einen Transformator oder eine Drosselspule, welche mit einem füllstoffhaltigen Harz vergossen ist und Leiterdistanzierungsglieder enthält. Gemäß der Erfindung sind die Leiterdistanzierungsglieder aus einem biegsamen Faden (4) aus hohlraumfreiem Polymer aufgebaut, welcher Abschnitte (4a, 4b, 4c) enthält, die unter Bildung von Kanälen (5, 5a, 5b) zwischeneinander auf Abstand voneinander angeordnet sind, wobei die Kanäle sich zumindest bis zu einer der Stirnseiten der Lagenwicklung erstrecken und das Eindringen des füllstoffhaltigen Harzes in die Wicklung ermöglichen.



DE 3438144 A1

Patentansprüche



1. Lagenwicklung für einen Transformator oder eine Drossel-
spule, welche mit einem füllstoffhaltigen Harz vergossen ist
und Leiterdistanzierungsglieder enthält, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Leiterdistanzierungs-
5 glieder aus einem biegsamen Faden (4) aus hohlraumfreiem
Polymer aufgebaut sind, welcher Abschnitte (4a, 4b, 4c)
enthält, die unter Bildung von Kanälen (5, 5a, 5b) zwischen-
einander auf Abstand voneinander angeordnet sind, wobei die
Kanäle sich zumindest bis zu einer der Stirnseiten der
10 Lagenwicklung erstrecken und das Eindringen des füllstoff-
haltigen Harzes in die Wicklung ermöglichen.

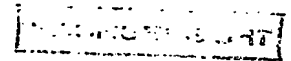
2. Lagenwicklung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß in der Lagenwicklung das
15 Polymer ein Polyamid und das Harz ein Epoxyharz ist.

3. Verfahren zur Herstellung eines Leiterdistanzierungs-
glieds zwischen zwei Leiterlagen (3) einer Lagenwicklung
nach Anspruch 1 und 2, d a d u r c h g e k e n n -
20 z e i c h n e t, daß ein Faden (4) aus einem hohlraumfreien
Polymer auf einer Leiterlage in der Weise angebracht wird,
daß er zwischen den Stirnflächen der Wicklung hin- und
hergeführt wird, wobei der Faden an den Stirnflächen derart
abgebogen wird, daß zwischen benachbarten in
25 entgegengesetzten Richtungen verlaufenden Abschnitten (4a,
4b) des Fadens Abstände entstehen, die Kanäle (5a, 5b)
bilden, welche sich bis zu den Stirnflächen der Wicklung
erstrecken und das Eindringen des füllstoffhaltigen Harzes
in die Wicklung ermöglichen.

3438144

001104
-2-

20.9.1984
21 493 P



ASEA AB
S-721 Västerås/Schweden

Lagenwicklung für einen Transformator oder eine Drosselspule

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lagenwicklung für einen Transformator oder eine Drosselspule gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

- 5 Es gibt Lagenwicklungen für Transformatoren mit einem Leiterdistanzierungsglied, welches mit einem Harz imprägnierbar ist und bis zu 155 Grad C temperaturbeständig ist. Der Aufbau dieses Leiterdistanzierungsgliedes, das aus einem Glasfaserprodukt mit gleichmäßig verteilten Glasfasern
- 10 bestehen kann, ist jedoch so beschaffen, daß nur Harze ohne Füllstoffe verwendet werden können. Infolge guter Imprägnierbarkeit entsteht aus dem Leiterdistanzierungsglied zusammen mit dem Gießharz eine elektrisch hoch beanspruchbare Isolation. Nachteilig ist jedoch, daß sich in der
- 15 Isolation Räume oder Ansammlungen aus reinem Harz bilden können. Solche mit reinem Harz gefüllten Räume können zur Bildung kleiner Hohlräume in der Isolation führen, weil Harz ohne Füllstoffe während des Gelier- und Härtungsvorganges schrumpft. Das Auftreten solcher Hohlräume hat zur Folge,
- 20 daß in der Isolation Glimmentladungen auftreten können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Lagenwicklung der eingangs genannten Art zu entwickeln, bei welcher das Auftreten von Räumen, die mit reinem Harz ohne Füllstoffe gefüllt sind, vermieden wird.

5

Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Lagenwicklung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 vorgeschlagen, welche erfindungsgemäß die im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 genannten Merkmale hat.

10

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen genannt.

Die Lagenwicklung gemäß der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß in der Isolation keine Hohlräume auftreten, so daß es auch nicht zu Glimmentladungen kommen kann. Die Isolation und damit die Wicklung ist daher für hohe elektrische Beanspruchungen geeignet.

Es ist wichtig, daß der Faden biegsam ist, damit die Wicklung kompakt wird. Er liegt dann nämlich, wie bei der Anwendung von Leiterdistanzierungsgliedern aus Glasfasermaterial, überall an der darunterliegenden Leiterlage an, ohne daß sich Hohlräume bilden. Ein Faden aus Polymer garantiert außerdem einen sicheren Abstand zwischen benachbarten Leiterlagen mit guten Maßtoleranzen. Da das Polymer homogen und hohlraumfrei ist, braucht es selbst nicht von dem Harz imprägniert zu werden. Eine außerordentlich wichtige Eigenschaft der Erfindung besteht darin, daß sie die Herstellung einer Leiterdistanzierung der genannten Art erheblich vereinfacht. Das Leiterdistanzierungsglied kann nämlich unmittelbar aus dem biegsamen Faden als solchem bei Herstellung der Wicklung gefertigt werden. Der Faden braucht somit nicht im voraus zu einem Gewebe oder einem anderen Produkt verarbeitet zu werden, in welchem einzelne Abschnit-

te des Fadens zu einer Einheit verbunden werden, die auf geeignete Weise auf der Leiterlage aufgebracht werden kann. Der Faden wird bei dem Verfahren gemäß der Erfindung in der Weise auf der Wicklung aufgebracht, daß er auf einer
5 Leiterlage zwischen den Stirnflächen der Wicklung hin- und hergeführt wird, wobei er an den Stirnflächen derart abgelenkt wird, daß zwischen benachbarten, in entgegengesetzten Richtungen verlaufenden Abschnitten des Fadens Abstände entstehen, die Kanäle bilden, welche bis zu den
10 Stirnflächen der Wicklung sich erstrecken und das Eindringen des füllstoffhaltigen Harzes in die Wicklung ermöglichen.

Als Beispiele für ein für den Faden verwendbares Polymer können genannt werden: Polyamid, wie z.B. Polyhexamethylen-
15 adipamid (Nylon 66), Polykaproamid (Nylon 6) oder ein Kopolymer aus Polyhexamethylenadipamid und Polyhexamethylen-sebacamid, Polyester, wie Polyäthylenglykolteterephthalat und außerdem Polykarbonat. Die als Beispiel genannten Polymere sind bis 155 Grad C temperaturbeständig, zumindest dann,
20 wenn sie in ein Gießharz eingebettet sind. Sie sind auch ausreichend druckstabil, um die Leiter der benachbarten Lagen in dem vorgesehenen Abstand voneinander zu halten. Der Polymerfaden hat zweckmäßigerweise einen Durchmesser von 0,5 - 3,5 mm und vorzugsweise einen Durchmesser von 0,5 - 2,5
25 mm. Nebeneinander angeordnete Abschnitte des Fadens in derselben Lage haben in seitlicher Richtung einen gegenseitigen Abstand (Breite der Kanäle) von zweckmäßigerweise 0,5 - 20 mm und vorzugsweise 0,5 - 10 mm.

30 Das Leiterdistanzierungsglied gemäß der Erfindung wird vorzugsweise in Lagenwicklungen mit runden oder bandförmigen (mit rechteckigem Querschnitt) Leitern aus Kupfer oder Aluminium verwendet. Der Leiter ist dabei vorzugsweise mit einem Lack isoliert, der mindestens bis 155 Grad C temperaturbeständig ist, wie z.B. ein Lack aus Polyesterimid, Ter-
35 ephthalsäurealkyd oder Polyuretan.

Das Gießharz, das zusammen mit dem Leiterdistanzierungsglied verwendet werden soll, ist ein lösungsmittelfreies Harz, das einen Füllstoff enthält. Das lösungsmittelfreie Harz kann u.a. ein Epoxyharz, ein ungesättigtes Esterharz oder ein
5 Polyurethanharz sein, insbesondere ein solches, das mindestens bis 155 Grad C temperaturbeständig ist. Als Beispiel für geeignete Füllstoffe, die vorzugsweise aus anorganischem Material bestehen, können pulverförmige Füllstoffe, wie Quarz, Aluminiumoxyd, Glimmermehl, Kaolin,
10 Kalk und Kreide sowie fibröse Füllstoffe, wie kurze Fasern (< 5 mm) aus Glas oder Asbest genannt werden. Der Gehalt an Füllstoff beträgt zweckmäßigerweise 20 bis 50 Prozent und vorzugsweise 35 bis 45 Prozent des Volumens von Harz und Füllstoff zusammen. Besonders wird ein Epoxyharz bevorzugt,
15 das mit einem Leiterdistanzierungsglied aus Polyamid kombiniert ist, da ein Epoxiharz ein Polyamid sehr gut benetzt und eine sehr gute Bindung mit diesem ergibt.

Beim Gießen wird die Wicklung in einer Gießform plaziert,
20 und das füllstoffhaltige Harz wird eingefüllt. Da Harz füllt dabei den Raum zwischen der Form und der Wicklung aus und dringt durch die von den Fadenabschnitten gebildeten Kanäle in das Leiterdistanzierungsglied zwischen den Leiterlagen ein. Das Eindringen des Harzes in die Kanäle kann durch die
25 Anwendung von Vakuum und Erwärmung des Harzes beim Gießen erleichtert werden. Das Eingießen von Schaltverbindungen zwischen Wicklungsteilen und Anschlußgewindestücken bereitet keine Probleme.

30 Anhand der in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele soll die Erfindung näher erläutert werden. Es zeigen

Figur 1 einen Längsschnitt durch eine schematisiert dargestellte Lagenwicklung,

Figur 2 einen Teil eines Schnittes längs der Linie A - A in
Figur 1,

Figur 3 schematisch in Seitenansicht eine Ausführungsform
5 einer Lagenwicklung gemäß der Erfindung während der
Herstellung.

Bei der in den Figur 1 und 2 gezeigten Hochspannungslagen-
wicklung für einen Transformator ist der Abstand der Leiter
10 benachbarter Lagen mit 1 bezeichnet und der Leiter mit 2.
Die Leiter sind in Längsrichtung der Wicklung dicht neben-
einanderliegend in Lagen 3 gewickelt. Zwischen benachbarten
Lagen ist ein Leiterdistanzierungsglied vorgesehen, welches
15 die Leiterlagen in radialer Richtung in einem vorgegebenen
Abstand voneinander hält. Aufgrund des Aufbaus des Leiter-
distanzierungsglieds aus Abschnitten eines Fadens 4, welche
Fadenabschnitte zwischen sich Kanäle 5 bilden, in welche das
Harz gut eindringen kann, werden die Kanäle vollständig mit
20 füllstoffhaltigem Harz 6 ausgefüllt, welches ohne Bildung
von Hohlräumen geliert und aushärtet. Da das den Faden
bildende Polymer hohlraumfrei ist, sind auch in dem Faden
selbst keine Hohlräume vorhanden, so daß der Raum zwischen
den Leiterlagen in seiner Gesamtheit mit einer hohlraum-
freien Isolation ausgefüllt wird.

25 In der in Figur 3 schematisch gezeigten, im Herstellungs-
stadium befindlichen Wicklung sind außerhalb der Stirnflächen
der Wicklung auf einem Rahmen 7 für die Wicklung zwei
abnehmbare Stirnwände 8 angebracht, die über ihren Umfang
30 mit gleichmäßig verteilten Stiften 9 versehen sind. Das Lei-
terdistanzierungsglied wird aus einem zusammenhängenden
Faden 4 gebildet, der in im wesentlichen axialer Richtung
der Wicklung in einer hin- und hergehenden Bewegung
aufgebracht wird und um die Stifte 9 herumgeführt wird. Der
35 Faden wird in einem lückenhaften Muster unter Bildung von

Kanälen 5 zwischen seinen einzelnen Abschnitten aufgebracht. Zum Beispiel wird der Kanal 5a zwischen den Abschnitten 4a und 4b des Fadens bzw. der Kanal 5b zwischen den Abschnitten 4b und 4c des Fadens gebildet. Um Stirnwände 8 von der fertigen Wicklung wegnehmen zu können, können die Stifte 9 eindrückbar angeordnet sein, so daß sie nicht in radialer Richtung über die Peripherie der Stirnwände hinausragen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Faden an den Stellen zu durchtrennen, an denen er um die Stifte herum-
10 läuft.

Die Herstellung einer Wicklung gemäß der Erfindung kann beispielsweise wie folgt vorgenommen werden:

- 15 Ein 3 mm starkes Rohr mit einem Innendurchmesser von 60 cm und einer Länge von 80 cm dient als Wicklungskörper (Wicklungsrahmen). Das Rohr besteht aus glasfaserarmiertem Epoxyharz. An den Enden des Rohres werden zwei Stirnwände 8 festgeschraubt, die denselben Außendurchmesser wie das Rohr
20 haben. Jede Stirnwand ist mit eindrückbaren Stiften 9 versehen, die in einem Abstand von 5 mm voneinander an der Peripherie angebracht sind. Auf das Rohr wird ein lackierter Kupferdraht 2 (Leiter) mit einem Durchmesser von 4 mm gewickelt. Der Leiterdraht wird mit einer Vielzahl von
25 Windungen pro Lage gewickelt. Danach wird um diese gesamte Leiterlage herum ein Faden 4 aus hohlraumfreien Polyamid mit einem Durchmesser von 1,0 mm in einem hin- und hergehenden Muster gewickelt, wobei der Faden an jeder Stirnfläche der Wicklung um die Stifte herumgeführt wird. Danach wird eine
30 weitere Lage mit einer Vielzahl von Windungen des lackierten Kupferdrahtes auf diese Polyamidfadenlage gewickelt. Dann wird auf diese Kupferdrahtlage eine weitere Lage von Polyamidfäden in der oben beschriebenen Weise gewickelt, wonach entsprechend weitere Kupferdrahtlagen und eine Polyamid-
35 fadenlage gewickelt werden, bis die fertig gewickelte Spule aus vier Kupferdrahtlagen mit lückenhaft gewickelten Poly-

amidfäden zwischen den benachbarten Kupferdrahtlagen besteht. Anschließend werden die Stirnwände 8 entfernt, wobei die Stifte eingedrückt werden, damit die Wegnahme der Stirnwände nicht durch den um die Stifte geführten Draht 5 verhindert wird.

Die Spule wird dann in einer aus dünnem Eisenblech bestehenden Gießform plaziert. Das Ganze wird in einen Vakuumofen gebracht und 10 Stunden lang auf 90 Grad erhitzt. Danach 10 wird der Ofen vakuumgesaugt, wonach ein warmes, entgastes, quarzmehlgefülltes Epoxiharz in die Gießform gegossen wird. Das Epoxiharz besteht aus 100 Gewichtsteilen eines Bisphenol-Harzes (z.B. Araldit F von CIBA AG, Schweiz), 100 Gewichtsteilen eines Anhydrid-Härters (z.B. HY 905 von CIBA AG), 1 15 Gewichtsteil Aminakzelerator (z.B. DY 061 von CIBA AG) und 300 Gewichtsteilen (entsprechend 40 Volumenprozent) Quarzmehl. Wenn die Wicklung vollständig mit dem Harz bedeckt ist, wird Luft mit Atmosphärendruck eingelassen. Das quarzmehlgefüllte Harz dringt nun in die Kanäle 5 zwischen den 20 Fadenabschnitten ein und füllt die Räume zwischen diesen vollständig aus. Der Faden wird dabei von dem Harz umgeben, der nicht in das hohlraumfreie Polyamid eindringt. Danach wird die Temperatur im Ofen auf 120 Grad C erhöht, wobei das Harz geliert und härtet. Da das Harz überall mit Quarzpulver 25 gefüllt ist, gibt es keine ungefüllten Harzbereiche, in welchen Risse und Blasen auftreten können, in denen dann bei elektrischer Beanspruchung Glimmentladungen entstehen könnten. Ebenso wenig können in dem im Harz eingebetteten hohlraumfreien Polymärfaden Glimmentladen auftreten. Die 30 Wicklung wird als Hochspannungswicklung für einen lagengewickelten Transformator verwendet.

Nachgereicht
3438144

-9-

Nummer:

34 38 144

Int. Cl.3:

H 01 F 27/32

Anmeldetag:

18. Oktober 1984

Offenlegungstag:

9. Mai 1985

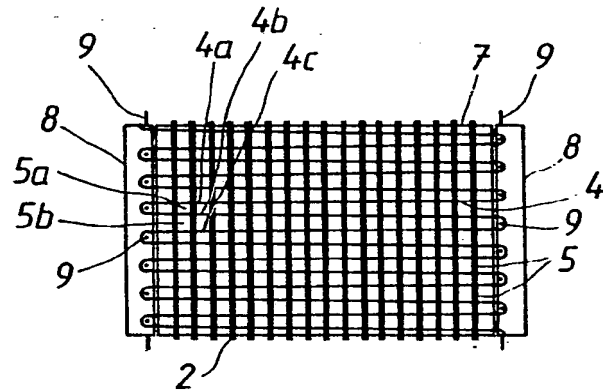
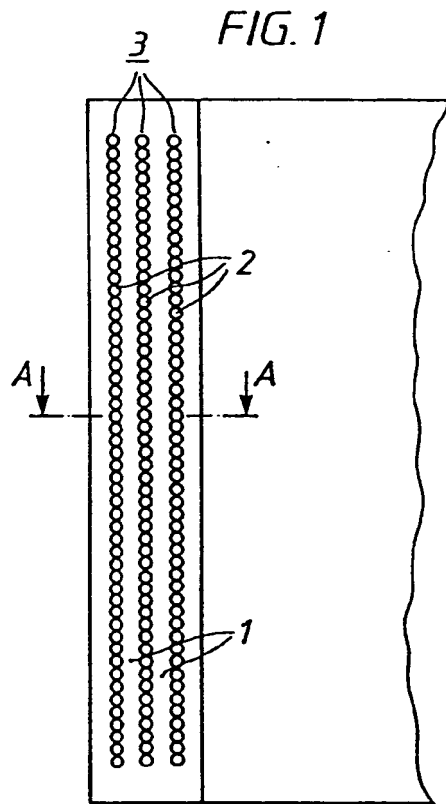


FIG. 3

